

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 269 073 A3

4(51) F 28 F 9/24  
F 28 F 13/12  
F 02 G 5/02

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP F 28 F / 302 057 7 (22) 23.04.87 (45) 21.06.89

(71) Institut für Energie- und Transportforschung Meißen – Rostock, Kynastweg 57 a, Meißen, 8250, DD  
(72) Steinmetz, Werner, Dr. sc. techn.; Gerhard, Conrad; Pabst, Hartmut, Dipl.-Ing., DD

(54) Wirbelbleche für Wärmeübertrager

(55) Wirbelbleche, Wärmeübertrager, Abgas, Schmierölkühlung, Wärmerückgewinnung, Verbrennungsmotoren, Evolventenwärmeübertrager

(57) Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Abwärmenutzung aus dem Abgas von Verbrennungsmotoren und die Schmierölkühlung bei Verbrennungsmotoren. Ziel der Erfindung ist es, bei Öl/Wasser-Wärmeübertragern (ÖWÜ) nach WP 97 710 und WP 245 701 die Wärmeübertragerleistung wesentlich zu erhöhen und die Fertigungskosten zu senken. Es steht dabei die technische Aufgabe, auf Abgas-, Öl- und Wasserseite der ÖWÜ bzw. AWÜ durch entsprechende Wirbelbleche einen im Sinne hoher Wärmeübergangszahlen effektiven Strömungsverlauf zu realisieren. Die Aufgabe wird gelöst durch zwei Grundtypen von Wirbelblechen WBI und WBII. Wirbelblech WBI ist vorzugsweise für die Wasserseite bestimmt. Es stellt einen Kamm dar, der aus einem durchgehenden Steg und zueinander parallelen, profilierten Zinken besteht. Kurze Zinken wechseln sich mit langen Zinken ab. Wirbelblech WBII ist für Öl- und Gasseite bestimmt. Es besitzt Ausklinkungen, deren gestreckte Länge wesentlich kleiner ist als die Breite der Fenster, aus denen sie ausgestanzt wurden.

# Patentansprüche:

1. Wirbelbleche für Wärmeübertrager, die in den evolventenförmig gekrümmten und im Querschnitt konischen Kanälen von Abgas/Wasser-Wärmeübertragern bzw. Öl/Wasser-Wärmeübertragern eingesetzt sind, wobei in den wasserführenden Kanälen vertikal wirkende Umlenkelemente unter Vorspannung angeordnet sind, während in den ölführenden Kanälen Gittereinlagen eingelegt sind, deren wechselseitige Ausklinkungen mit Vorspannung an den Wandungen anliegen, dadurch gekennzeichnet, daß das vorzugsweise für die Wasserseite vorgesehene Wirbelblech WB I als Kamm ausgeführt ist, der aus einem durchgehenden Steg (1) und einander abwechselnden langen Zinken (2) und kurzen Zinken (3) besteht, wobei die Zinken einen glockenförmigen Querschnitt (4) und einen konischen Längsschnitt (5) aufweisen, wobei ferner der glockenförmige Querschnitt (4) bei den langen Zinken (2) in einem Abstand (16) von dem äußeren Rand (7) des Steges (1) endet, während er bei den kurzen Zinken (3) durch den Steg (1) hindurchgeht, daß das vorzugsweise für die Öl- bzw. Abgasseite vorgesehene Wirbelblech WB II Ausklinkungen (8) besitzt, deren gestreckte Länge (9) wesentlich kleiner ist als die Breite (10) der Fenster (11), aus denen sie ausgestanzt wurden.
2. Wirbelblech WB I nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die langen Zinken (2) einen geringen Spalt (13) zwischen sich und dem Deckel (14) lassen und des weiteren eine kleine Öffnung (15) am Übergang zwischen Zinken und Steg aufweisen.
3. Wirbelblech WB I nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es für minimale Druckverluste sowohl auf der Wasser- als auch auf der Abgasseite des Abgas/Wasser-Wärmeübertragers installiert ist.
4. Wirbelblech WB II nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für minimale Druckverluste die Brust (12) der Fenster (11) in Strömungsrichtung angeordnet ist.
5. Wirbelblech WB II nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für maximale Wärmeübergangszahlen die Brust (12) der Fenster (11) gegen die Strömung (18) gerichtet ist.
6. Wirbelblech WB II nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es für Öl/Wasser-Wärmeübertrager aus Aluminium gefertigt ist.
7. Wirbelblech WB II nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es insbesondere für Abgas/Wasser-Wärmeübertrager von Gas/Otto-Motoren aus warmfestem Stahlblech gefertigt ist.
8. Wirbelblech WB II nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es insbesondere für Abgas/Wasser-Wärmeübertrager von Dieselmotoren mit einem Antihalt-Überzug versehen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Ein Anwendungsgebiet ist die Abwärmenutzung aus dem Abgas von Verbrennungsmotoren. Ein zweites ist die Schmierölkühlung bei Verbrennungsmotoren. Die Erfindung wird dabei vorzugsweise eingesetzt in Abgas/Wasser-Wärmeübertragern (AWÜ) nach WP 245701 und DE P 3629443.8, ferner in Öl/Wasser-Wärmeübertragern (ÖWÜ) nach DD WP 97710 bzw. DD WP 128259 und in Evolventen-Wärmeübertragern (EWÜ) nach DD WP 221540 A 1.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Erhöhung des Wärmeüberganges sind turbulenzverstärkende Wirbelelemente bei ÖWÜ seit langem bekannt. Moderne ÖWÜ in Plattenbauweise haben auf der Ölseite sogenannte Wirbelzellen, die die Wärmeübergangszahlen auf ein mehrfaches gegenüber WÜ-Flächen ohne Wirbelelemente erhöhen. Diese Wirbelzellen sind jedoch nicht bei in Strömungsrichtung gekrümmten und dazu im Querschnitt konischen Kanälen, wie sie zugeannten Anwendungsfällen vorliegen, einsetzbar. Auch ein Demontieren der Wirbelzellen zum Zwecke der leichten Reinigung der WÜ-Kanäle ist nicht möglich. Bei AWÜ sind bisher keine Wirbelelemente auf der Abgasseite bekannt geworden. Aus der Firmenschrift der FIAT-Automobil-AG ist ein AWÜ bekannt, der in einem Gasmotor-Generator-Aggregat, genannt TOTEM, eingesetzt ist. Es handelt sich um ein Druckgußteil, bei dem die WÜ-Flächen in Strömungsrichtung sinusförmig gewellt gegossen sind. Eine solche Maßnahme ist bezüglich ihrer Turbulenzerhöhung nahezu unwirksam, zumindest auf der Abgasseite. Bei den ÖWÜ nach DD WP 97710 sind ölseitige Gittereinlagen vorgesehen, die sich auch für in Strömungsrichtung gekrümmte Flächen eignen. Diese Gittereinlagen liegen mit ihren wechselseitigen Ausklinkungen an den Wandungen der ölführenden Kanäle an. Ihre Öldurchtrittsöffnungen haben einen Querschnitt, der einer üblichen Siebmaschenweite entspricht. Der Nachteil dieser Gittereinlagen besteht darin, daß sie mit ihren Ausklinkungen einen zu großen Teil der Wandungen der ölführenden Kanäle abdecken und so die mögliche WÜ-Leistung reduzieren. Außerdem sind die Durchtrittsquerschnitte für das Öl zu klein. Schließlich ist die senkrecht zur Wand gerichtete Komponente der Ölströmung zu klein, was ebenfalls die mögliche WÜ-Leistung begrenzt.

Für Abgas in Verbindung mit den AWÜ nach WP 245701 und DE P 3629443.8 eignen sich die vorgenannten Gittereinlagen nicht, weil sie sich, insbesondere im Dieselmotorbetrieb, in den zu engen Durchtrittsquerschnitten mit Ruß zusetzen. Sie besitzen auch nicht die Warmfestigkeit, wie sie für Abgase, insbesondere von Otto-Motoren, notwendig ist.

Wasserseitig sind bei dem ÖWÜ nach WP 97710 vertikal wirkende Umlenkelemente installiert. Diese als drei Röhrrchen ausgebildeten Umlenkelemente haben den Nachteil, daß sich in den wasserführenden Kanälen Totwassergebiete und sogar Dampf- und Luftblasen bilden können. Eine Verringerung der WÜ-Leistung ist die Folge. Außerdem lassen sich die Röhrrchen in der Großserienproduktion weder in der Lage zueinander noch in der Tiefe so genau montieren und fixieren, daß ein exaktes Strömungsbild garantiert und die sichere Entlüftung des gesamten Kanalquerschnittes gewährleistet ist. Schließlich entstehen durch das Einschlagen der Röhrrchen infolge der hohen Einpreßkräfte Risse und damit Ausschuß am WÜ-Einsatz. Das trifft um so mehr zu, wenn durch Steigerung der WÜ-Leistung mehr als drei Röhrrchen installiert werden müssen.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die vorstehend genannten Mängel zu beseitigen und Wirbelbleche zu entwickeln, die die Ölkühlung bei Verbrennungsmotoren intensivieren und den Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung aus den Abgasen von Verbrennungsmotoren erhöhen. Die Fertigungskosten sollen dabei minimal gehalten werden.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Bei dem ÖWÜ nach DD WP 97710 und WP 245701 sind Reserven der WÜ-Leistung noch nicht ausgenutzt. Die thermodynamischen Ursachen liegen bei den noch zu niedrigen Wärmeübergangszahlen sowohl auf der Wasser- als auch auf der Öl- bzw. Abgasseite. Abgasseitig kommt beim AWÜ, insbesondere im Dieselmotorbetrieb, hinzu, daß durch Verschmutzung mit Ruß sich zusätzlich die Wärmedurchgangszahl „K“ gravierend verschlechtert. Durch Erhöhung der Turbulenz und durch eine exakte Makroströmung bei den drei Strömungsmedien läßt sich die WÜ-Leistung bei minimalen Druckverlusten wesentlich erhöhen. Die dazu zu lösende technische Aufgabe beinhaltet die konstruktive Gestaltung folgender Wirbelblechvarianten:

- wasserseitiges Wirbelblech für ÖWÜ und AWÜ, das beliebig viele Leitelemente für eine mäanderförmige Strömung vereinigt, eine sichere Lagefixierung gewährleistet und mit geringen Eindrückkräften montierbar und demontierbar ist.
- ölseitiges Wirbelblech für ÖWÜ, das eine maximale senkrecht zur Wand gerichtete Komponente der Ölströmung erzwingt und dabei eine minimale Fläche der Wand abdeckt.
- abgasseitiges Wirbelblech für AWÜ, das zusätzlich zu den Forderungen für ÖWÜ Querschnittsverengungen, die durch die Ausklünnungen verursacht werden, beseitigt, das ferner Antihafteigenschaften aufweist, das für unterschiedliche Abgas-Volumenströme variierbar ist, temperaturbeständig bis 700°C ist und sich zwecks Reinigung leicht demontieren läßt.

Diese technische Aufgabe wird gelöst durch zwei Grundtypen von Wirbelblechen, von denen der eine Grundtyp WB I vorzugsweise für die Wasserseite und der zweite Grundtyp WB II für Öl und Gasseite bestimmt ist. Die Verwendung des gleichen Wirbelblechtyps WB II für Öl und Abgas bezieht sich auf die Geometrie des Wirbelbleches und auf dessen Fertigung mit den gleichen Werkzeugen. Bezüglich Einbau, Werkstoff und Oberflächenbehandlung unterscheiden sich dann die Varianten des Wirbelblechs WB II für Öl und Abgas.

Das erfindungsgemäße Wirbelblech WB I stellt einen Kamm dar, der aus einem durchgehenden Steg und zueinander parallelen profilierten Zinken besteht. Kurze Zinken wechseln sich mit langen Zinken ab. Die Zinken weisen einen glockenförmigen Querschnitt und einen konischen Längsschnitt auf. Bei den kurzen Zinken geht das glockenförmige Querschnittsprofil durch den Steg hindurch. Dagegen läuft das Glockenprofil bei den langen Zinken in bestimmtem Abstand vor dem äußeren oberen Rand des Steges aus. Die langen Zinken lassen so jeweils einen Durchtritt für das Wasser im oberen Teil des Kanals, während die kurzen Zinken den Kanal im unteren Teil jeweils freigeben. Diese erfindungsgemäßen Merkmale sichern so eine mäanderförmige Kanalströmung in beliebig enger Folge.

Einem weiteren Merkmal zufolge ist das Wirbelblech WB I so in den Wasserkanal eingesetzt, daß ein kleiner Spalt von etwa 0,5...1 mm zwischen den langen Zinken und dem Deckel vorhanden ist.

Schließlich weist Wirbelblech WB I an den Übergängen von den langen Zinken zum Steg Öffnungen auf, die eine geringe Strömung auch in dem von den langen Zinken abgedeckten Wandbereich sichern.

Einem zusätzlichen Merkmal zufolge wird das Wirbelblech WB I bei Dieselmotoren in Fällen hartnäckiger Verrußung auch auf der Abgasseite des AWÜ eingesetzt.

Das erfindungsgemäße Wirbelblech WB II besitzt an sich bekannte Ausklünnungen und entsprechende Fenster, aus denen sie ausgestanzt wurden. Erfindungsgemäßes Merkmal ist es, daß die gestreckte Länge dieser Ausklünnungen wesentlich kleiner ist als die Breite der Fenster. Dadurch hat der durch das Fenster hindurchtretende Öl- bzw. Abgasstrom maximalen Kontakt mit der Wandfläche.

Ein weiteres Merkmal des erfindungsgemäßen Wirbelblechs WB II ist es, daß es zur Erreichung einer maximalen Wärmeübergangszahl mit der Brust des Fensters gegen die Strömung im Öl- bzw. Abgaskanal installiert ist. Dagegen ist einem entsprechenden Merkmal zufolge für maximale Druckverluste das Wirbelblech WB II mit der Brust des Fensters in Strömungsrichtung eingesetzt.

Entsprechend weiteren Merkmalen ist das Wirbelblech WB II bei ÖWÜ aus Aluminium und bei AWÜ, insbesondere in Gas/„Otto“-Motoren, aus warmfestem Stahl. Schließlich ist das Wirbelblech WB II für den Anwendungsfall bei Dieselmotoren mit einem Antihafüberzug versehen.

## Ausführungsbeispiel

Anhand von zwei Ausführungsbeispielen soll die Erfindung näher erläutert werden. Die zugehörigen Abbildungen zeigen:

Fig. 1: Den Längsschnitt des gestreckten Wasserkanals mit eingesetztem Wirbelblech WB I

Fig. 2: den Schnitt A-A nach Fig. 1

Fig. 3: den Schnitt B-B nach Fig. 1

Fig. 4: Wirbelblech WB II

Fig. 5: Wirbelblech WB II im Schnitt, eingesetzt im Ölkanal eines ÖWÜ.

Das erste Ausführungsbeispiel bezieht sich auf einen Öl-Wasser-Wärmeübertrager (ÖWÜ) nach DD WP 97710, bei dem in den wasserseitigen Kanälen das erfindungsgemäße Wirbelblech WB I (Fig. 1-3) und in den ölseitigen Kanälen das erfindungsgemäße Wirbelblech WB II (Fig. 4 und 5) installiert ist. Wirbelblech WB I ist gemäß Fig. 1 als Kamm mit sieben Zinken ausgeführt. Die vier langen Zinken 2 und die drei kurzen Zinken 3 sitzen in gleichmäßigen Abständen parallel am Steg 1. Auf Grund der leichten Verformbarkeit des Steges 1 läßt sich das gesamte Wirbelblech WB I leicht an den evolventenförmigen Verlauf des Wasserkanals angleichen und in diesen eindrücken. Mit ihrem glockenförmigen Querschnitt 4 klemmen die Zinken unter leichter Vorspannung im Wasserkanal 6.

Dabei weist der konische Längsschnitt 5 der Zinken die gleiche Kontur auf wie der konische Querschnitt des Wasserkanals 6 und versperrt dadurch im Wechsel der Zinken jeweils den oberen bzw. unteren Teil des Wasserkanals. Da bei den langen Zinken 2 jeweils der glockenförmige Querschnitt 4 in einem Abstand 16 von etwa 10 mm vor dem äußeren Rand 7 endet, ergibt sich so ein entsprechender Wasserdurchfluß im oberen Teil des Wasserkanals. Die kurzen Zinken 3 dagegen lassen im unteren Teil des Wasserkanals einen Wasserdurchtritt von ebenfalls etwa 10 mm. So ergibt sich ein mäanderförmiges Strömungsbild 17 mit sieben Umlenkungen. Die langen Zinken 2 haben am Auslauf des glockenförmigen Querschnitts 4 eine kleine Öffnung 15, die in Verbindung mit dem Spalt 13 gewährleistet, daß auch der von den langen Zinken abgedeckte Wandbereich vom Wasser angeströmt wird. Der Spalt 13, der etwa 0,5 bis 1 mm beträgt, ermöglicht außerdem das vollständige Entleeren des ÖWÜ bei Montagearbeiten am Motor.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Wirbelblechs WB I gemäß Fig. 1-3 sind wirtschaftliche Fertigung als Stanz- und Ziehteil, einfache Montage, genaue Justierung, exakte Strömungsführung, sichere Entlüftung, hohe wasserseitige Wärmeübergangszahl.

Zum ersten Ausführungsbeispiel in Verbindung mit dem ÖWÜ nach DD WP 97710 gehört des weiteren das erfindungsgemäße ölseitige Wirbelblech WB II entsprechend Fig. 4 und 5. Wirbelblech WB II hat auf der gesamten Fläche wechselseitige Ausklinkungen 8, die unter Vorspannung an den Wänden des evolventenförmig gekrümmten Ölkanals anliegen. Die gestreckte Länge 9 dieser Ausklinkungen 8 ist wesentlich kleiner als die Breite 10 der Fenster 11, aus denen sie jeweils ausgestanzt wurden. Diese Dimensionierung ist besonders für den unteren engen Teil des konischen Kanalquerschnitts wichtig. Würde entgegen dieser erfinderischen Absicht die gestreckte Länge der Ausklinkung aus naheliegenden technologischen Gründen gleich groß wie die Breite des Fensters, so würde die senkrecht zur Wand gerichtete Strömungskomponente wesentlich kleiner, des weiteren würde ein großer Teil der Wand abgedeckt werden und drittens würde der kleinste Strömungsquerschnitt noch enger. Mit der erfindungsgemäßen Dimensionierung von Ausklinkung 8 und Fenster 11 werden somit die ölseitige Wärmeübergangszahl und damit die WÜ-Leistung wesentlich erhöht. Gemäß Fig. 5 ist das Wirbelblech WB II so in den Ölkanal eingesetzt, daß die Brust 12 gegen die Strömung 18 gerichtet ist. Das Wirbelblech WB II ist aus Aluminium.

Das zweite Ausführungsbeispiel bezieht sich auf einen Abgas-Wasser-Wärmeübertrager (AWÜ) nach DD WP 245701, bei dem in den wasserseitigen Kanälen erfindungsgemäße Wirbelbleche WB I und in den abgasseitigen Kanälen das erfindungsgemäße Wirbelblech WB II installiert ist.

Wasserseitig sind wiederum sieben vertikale Umlenkungen realisiert. Das geschieht abweichend vom 1. Ausführungsbeispiel durch zwei Wirbelbleche WB I mit jeweils nur drei Zinken und einer in Kanalmitte eingegossenen Umlenkung, welche den in Fig. 1 vorhandenen mittigen kurzen Zinken 3 ersetzt.

Das abgasseitige Wirbelblech WB II ist aus wärmefestem, keramikbeschichtetem Stahlblech gefertigt. Es ist so in den Abgaskanal eingesetzt, daß die Brust 12 in Richtung des Abgasstromes zeigt.

Fig.1

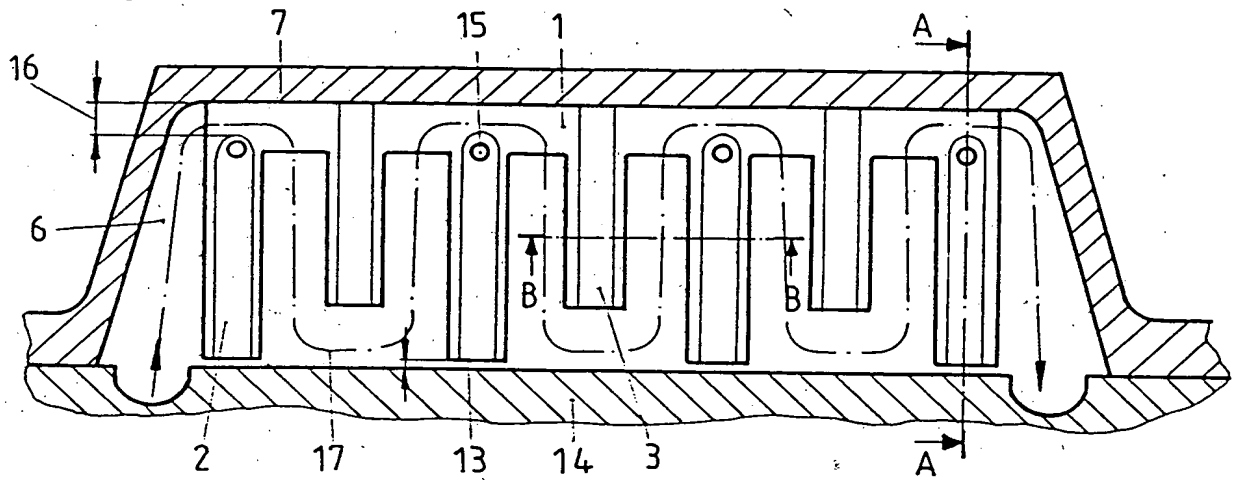


Fig. 2

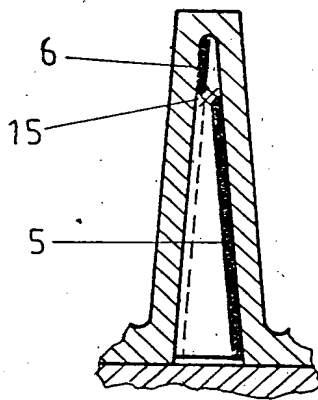


Fig. 3

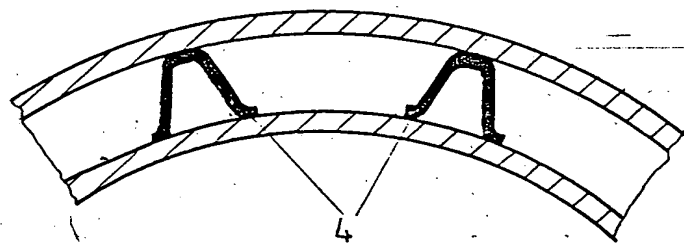


Fig. 5

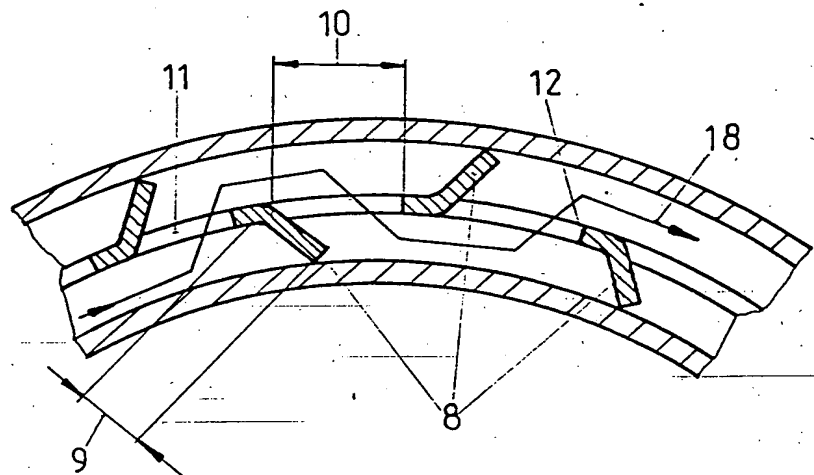


Fig. 4

